
POTENSI *BRASSICA NAPUS* SEBAGAI SUMBER BIODIESEL DI INDONESIA

Ida Ayu Astarini¹ dan I Made Anom Sutrisna Wijaya²

¹Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali

²Jurusan Mekanik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali

email: idaastarini@yahoo.com, anomsw@ftp.unud.ac.id

Abstract

Seven Brassica napus cultivars were field tested to find out their adaptability and productivity in tropical dry land environment. The aim of this research is to identify potentially high oil yielding and agronomically stable Brassica napus genotypes as a new source of biodiesel in Indonesia. Crop evaluation includes germination rate, plant height, number of leaves and stomata, flowering time, harvesting time, seed yield and oil content. Oil extraction using 'cold pressing' technique were trialed. Results show that all genotypes have good adaptability, therefore can be an alternative for biodiesel sources in Indonesia. Variation occurs on plant height, number of leaves, flowering time, seed set and oil content. "Tanami", "Trigold" and "Trilogy" has similar performance, short plants, high pod set and early flowering, while other cultivars have vigorous, tall plant habit but lower seed set. Some cultivars have an early flowering type while others has intermediate or late flowering. Pod set was excellence; however, seed set was low due to pest attack, namely Diamondback moth. Oil content of the seeds ranging from 2.6 to 11 %. In conclusion, B. napus are adaptable in dry land environment. Further study is needed to maximize seed production and oil content.

Keywords: *Brassica*; biodiesel; adaptation; dry land

1. Pendahuluan

Peningkatan harga minyak yang terus menerus menyadarkan kita bahwa persediaan minyak bumi semakin menipis, karenanya pemerintah di seluruh dunia mendukung pengembangan bahan bakar alternatif yang lebih murah dan lebih ramah lingkungan. Bahan bakar ramah lingkungan, atau lebih dikenal dengan istilah biodiesel menjadi pilihan yang disukai dibandingkan dengan minyak bumi. Biodiesel juga mudah terdegradasi dan tidak beracun, karenanya akan mendukung agenda 'clean and green' di seluruh dunia.

Biofuel dan biodiesel memiliki beberapa manfaat seperti mengurangi emisi CO₂, mudah terdegradasi dan toksisitasnya sangat rendah terhadap hewan mamalia dan hewan yang hidup di air. Selain itu, biodiesel tidak mengandung sulphur, sehingga tidak berkontribusi pada emisi SO₂. Pada saat dibakar, ethanol dilaporkan menghasilkan lebih sedikit

formaldehide yang dianggap bersifat karsinogen dibandingkan bahan bakar dari fosil.

Biodiesel mulai diproduksi secara komersial di Eropa sejak tahun 1991 dan di Amerika Serikat sejak tahun 1997 (Riley, 2004). Industri biodiesel di Indonesia masih sangat dini dan belum banyak berkembang, sehingga ada kesempatan dan kebutuhan besar untuk mengembangkan tanaman penghasil minyak. Usaha untuk menghasilkan biodiesel telah dimulai di Indonesia, terutama dengan memanfaatkan tanaman jarak (*Jatropha curcas*). Menteri Pertanian dan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral telah mencetuskan perlunya sumber energi yang beragam untuk biodiesel (Kompas, 2005; 2006).

Keluarga *Brassica* termasuk berbagai tanaman sayuran penting di Indonesia dan di seluruh dunia seperti kembang kol, brokoli (*Brassica oleracea*) dan sawi putih (*Brassica campestris*). Berbagai spesies

Brassica seperti canola (*Brassica napus*), mustard Ethiopia (*Brassica carinata*) dan mustard India (*Brassica juncea*) juga dikenal sebagai tanaman penghasil minyak. Bijinya yang sangat kecil mengandung lebih dari 40% minyak, sedangkan ampas hasil perasan minyak mengandung sekitar 40% protein yang kaya vitamin dan mineral. Ampas tersebut dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak (DAWA, 2006). Ampas biji juga dapat digunakan sebagai pupuk organik (Kimber dan Mc.Gregor, 1995). Canola khususnya merupakan penghasil minyak sayur utama di Australia. Di Eropa, Canola merupakan sumber minyak biodiesel yang utama, karena tingginya kandungan asam oleat (60%) yang lebih disukai untuk produksi biodiesel (Rakow and Getinet, 1998; Riley, 2004).

Keuntungan lain dari *Brassica* adalah tinggi kandungan glucosinolate, dan dapat digunakan sebagai "biofumigant" untuk mengontrol penyakit dalam tanah (*soil borne disease*). Biofumigasi dengan menggunakan sisa tanaman *Brassica* menjadi semakin populer di negara maju sejak *methyl bromide* dilarang karena tidak mudah terdegradasi, karenanya tidak ramah lingkungan (Noble dan Sams, 2004; Harvey dan Sams, 2004). Juga, kandungan protein yang tinggi pada ampas canola merupakan sumber pakan ternak bergizi (DAWA, 2006; Kimber dan Mc.Gregor, 1995; Riley, 2004).

Brassica secara umum dan Canola khususnya juga cocok sebagai tanaman rotasi, berlaku sebagai pemutus penyakit akar pada tanaman serealia. Pengaruh iklim seperti gelombang panas yang mendadak dapat mengurangi produksi dan kondisi kering dan panas dapat menurunkan kandungan minyak pada biji, tapi kondisi musim panas memastikan kelembaban yang rendah pada saat panen (kurang dari 6%) (Riley, 2004).

Potensi dan adaptasi berbagai spesies *Brassica* untuk menghasilkan minyak di Indonesia perlu diteliti. Kemampuan beberapa spesies *Brassica* untuk tumbuh dan beradaptasi di daerah kering, akan meningkatkan penghasilan dari sektor pertanian, membuka lapangan kerja baru dan akan memberi keuntungan untuk ekonomi lokal.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyeleksi kultivar *Brassica napus* yang mampu beradaptasi di daerah tropis lahan kering, serta mengetahui potensinya untuk memproduksi biji dan selanjutnya menghasilkan minyak dari biji sebagai sumber energi

yang dapat diperbaharui. Tujuan jangka panjang adalah untuk mendapatkan minyak dengan kualitas tinggi yang cocok untuk produksi biodiesel di daerah tropis.

2. Metodologi

2.1. Evaluasi budidaya

Percobaan budidaya *Brassica* dilakukan di Desa Jungutan, Karangasem, Bali, dari bulan Mei – Desember 2008. Daerah ini memiliki tipe tanah pasir berbatu yang merupakan sisa letusan Gunung Agung. Dua minggu sebelum bibit dipindah ke lapang, lahan digemburkan dan diberi pupuk kandang untuk memperbaiki kesuburan tanah. Tujuh kultivar *Brassica napus* ditanam untuk evaluasi budidaya dan produksinya.

Persemaian dilakukan di dalam rumah plastik, untuk mengurangi intensitas sinar matahari langsung dan agar air hujan tidak langsung mengenai persemaian. Persemaian dilakukan pada wadah plastik dengan media yang terdiri dari campuran tanah, pupuk kandang dan sekam dengan perbandingan 1 : 1 : 1. Semai disiram setiap hari pada pagi hari. Benih yang sudah berkecambah (10 – 12 hari setelah penyemaian) dipindahkan ke pot plastik berdiameter 10 cm. Setiap pot berisi satu bibit. Bibit disiram setiap pagi. Bibit yang telah berumur 24 hari diberi pupuk NPK 15:15:15 sebesar 1/4 dosis, 2 kali seminggu.

Bibit yang sudah berumur 7 minggu dipindahkan ke lapang. Bibit ditanam sedalam 10 cm agar tidak mudah rebah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 plot tiap kultivar, tiap plot terdiri dari 100 tanaman. Jarak tanam dalam baris adalah 25 cm dan antar baris 40 cm. Bibit yang baru dipindah, disiram dua kali sehari pada pagi dan sore hari selama 2 minggu untuk mencegah stres pada tanaman. Pupuk NPK 15 : 15 : 15 diaplikasikan 2 kali selama masa tanam, yaitu 2 minggu dan 6 minggu setelah pindah ke lapang, untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Pengamatan meliputi persentase perkecambahan, tinggi tanaman pada minggu ke 4, 6 dan 8, jumlah daun pada minggu 4, 6 dan 8, jumlah stomata minggu ke 8, saat mulai berbunga dan saat panen, berat 100 biji dan kandungan minyak. Juga diamati hama dan penyakit yang menyerang tanaman di lapang. Data yang diperoleh diolah dengan analisa

sidik ragam (Analysis of Variance/ANOVA) dan jika berbeda nyata diuji lanjut dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada program Costat.

2.2. Analisa Kandungan Minyak

Biji hasil panen dikeringkan pada suhu kamar. Teknik pengepresan biji dengan cara ‘cold pressing’ dilakukan untuk mengekstraksi minyak dari biji. Ekstraksi minyak dilakukan di Laboratorium Teknologi Pertanian, Universitas Udayana.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Evaluasi Budidaya

1) Persentase perkecambahan

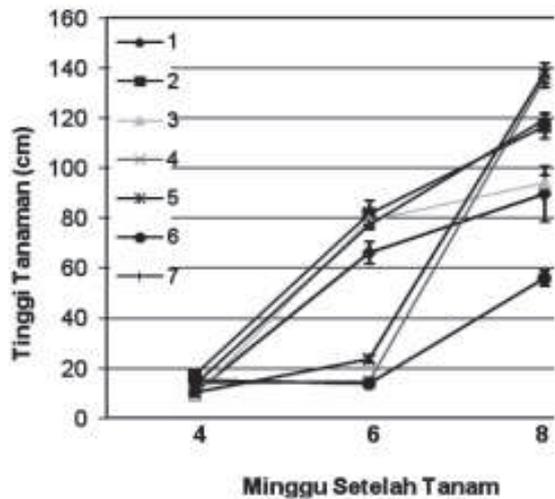
Benih mulai berkecambah 5 hari setelah penyemaian dengan persentase perkecambahan relatif tinggi, berkisar antara 65 – 95 % (Tabel 1). Persentase perkecambahan yang tinggi menunjukkan benih memiliki viabilitas tinggi dan kualitas yang baik (Hartmann *et al.*, 2011). Penggunaan benih berkualitas tinggi sangat penting dalam keberhasilan budidaya dan produktivitas tanaman. Benih dalam penelitian ini diperoleh dari CBWA (Canola Breeder Western Australia) dari hasil produksi tanaman dengan pemeliharaan terkontrol di kebun percobaan Shenton Park, Western Australia. Benih dipanen empat bulan sebelum digunakan dalam percobaan, sehingga viabilitas masih terjaga. Viabilitas benih umumnya menurun dengan semakin lamanya waktu simpan. Persentase perkecambahan yang tinggi menunjukkan pula kemampuan awal untuk beradaptasi dari kultivar –kultivar yang dicobakan pada lingkungan tumbuh yang baru, dalam hal ini lingkungan tropis.

Tabel 1. Persentase perkecambahan benih *Brassica napus* 10 hari setelah penyemaian.

No	Kultivar	Perkecambahan (%)
1	‘Tanami’	90%
2	‘Trigold’	92%
3	‘Trilogy’	84%
4	‘Tribune’	70%
5	‘Boomer’	95%
6	‘Argyle’	90%
7	‘Stubby’	65%

2) Tinggi tanaman

Bibit yang berumur 8 minggu, yaitu bibit yang telah memiliki sedikitnya 6 daun dapat dipindah ke lapang. Transfer bibit ke lapang berhasil baik, dimana 100% bibit hidup dan menunjukkan pertumbuhan satu minggu setelah tanam (MST). Hasil pengamatan menunjukkan tinggi tanaman meningkat tajam dalam delapan minggu pada semua kultivar (Gambar 1). Empat kultivar (‘Tanami’, ‘Trigold’, ‘Trilogy’ and ‘Stubby’) tumbuh cepat dalam 4 MST (Gambar 4), sedangkan 3 kultivar lainnya (‘Tribune’, ‘Boomer’ dan ‘Argyle’) tumbuh lebih lambat dan mulai menunjukkan peningkatan tinggi tanaman 6 MST.



Gambar 1. Rata – rata tinggi tanaman 7 kultivar *B. napus* pada 4, 6 dan 8 minggu setelah tanam. 1= ‘Tanami’, 2=‘Trigold’, 3=‘Trilogy’, 4=‘Tribune’, 5=‘Boomer’, 6=‘Argyle’, 7= ‘Stubby’.

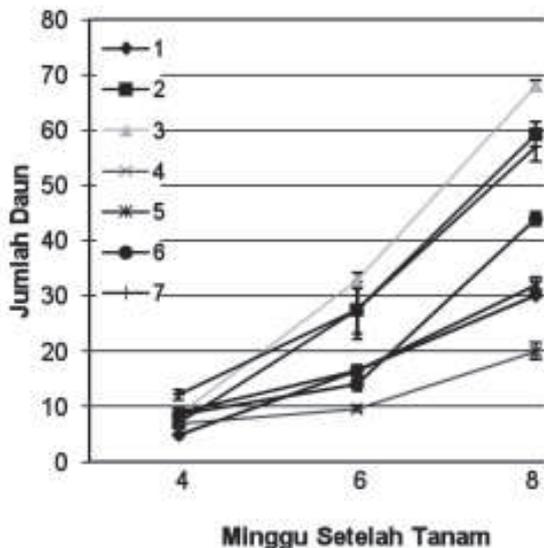
Tanaman tertinggi diperoleh pada kultivar ‘Boomer’, diikuti oleh ‘Tribune’ dan ‘Stubby’, yang berbeda sangat nyata dengan kultivar lainnya. Tanaman terpendek adalah ‘Argyle’ (Tabel 2). Tinggi tanaman merupakan fungsi dari faktor genetik dan lingkungan. Perbedaan tinggi tanaman pada tiap - tiap kultivar menunjukkan masing – masing kultivar memiliki respon yang berbeda terhadap lingkungan. Variasi tinggi tanaman pada kultivar *B. napus* di lahan kering Pakistan juga terjadi, seperti yang dilaporkan oleh Cheema *et al.* (2001).

Tabel 2. Hasil analisa sidik ragam dan signifikansi rata - rata tinggi tanaman dan jumlah daun *Brassica napus* pada 8 MST. Angka yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada $P < 0.01$.

No	Kultivar	Rata – rata Tinggi tanaman	Rata – rata Jumlah daun
1	'Tanami'	70.4 ^{cd}	30.6 ^d
2	'Trigold'	112.4 ^{ab}	59.2 ^b
3	'Trilogy'	93.2 ^{bc}	68 ^a
4	'Tribune'	138.4 ^a	20 ^e
5	'Boomer'	144.8 ^a	32 ^d
6	'Argyle'	55.2 ^d	44 ^c
7	'Stubby'	119.9 ^{ab}	57 ^b

3) Jumlah daun

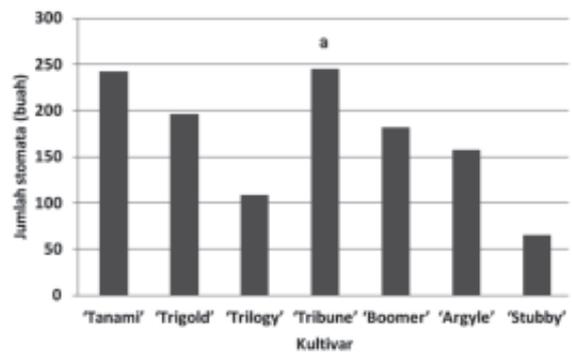
Pada masa awal pertumbuhan (4 MST) jumlah daun relatif sama pada semua kultivar (Gambar 2). Jumlah daun meningkat tajam pada 6 MST dan 8 MST, memperlihatkan variasi antar kultivar. 'Trilogy' memiliki jumlah daun terbanyak (68 helai), sedangkan 'Tribune' memiliki jumlah daun paling sedikit (20 helai).



Gambar 2. Rata – rata jumlah daun 7 kultivar *B. napus* pada 4, 6 dan 8 minggu setelah tanam. 1= 'Tanami', 2='Trigold', 3='Trilogy', 4='Tribune', 5='Boomer', 6='Argyle', 7= 'Stubby'

4) Jumlah stomata

Rata – rata jumlah stomata pada satu bidang pandang bervariasi antar kultivar (Gambar 3). 'Tribune' memiliki rata – rata jumlah stomata terbanyak (245 stomata), diikuti oleh 'Tanami' (242 stomata). Jumlah stomata yang banyak menunjukkan bahwa kultivar tersebut memiliki adaptasi yang baik pada lahan kering. Tiga kultivar lain, 'Trigold', 'Boomer' dan 'Stubby' memiliki jumlah stomata lebih sedikit, namun berukuran lebih besar. Jumlah stomata yang menurun ini merupakan mekanisme umum penghindaran dari kekeringan dan merupakan respon adaptif terhadap kondisi kering (Miller dan Shultz, 1987). Pada kondisi tercekam, khususnya kekurangan air, tanaman akan melakukan adaptasi fisiologis dan morfologis yaitu dengan mengurangi jumlah stomata pada daun serta memperkecil ukuran stomata, sehingga dapat mengurangi penguapan dan menjaga ketersediaan air dalam tanaman agar dapat bertahan dalam kondisi kekeringan (Spence *et al.*, 1986). Kerapatan stomata yang lebih rendah menunjukkan kemampuan adaptasi yang lebih baik pada cekaman kekeringan juga ditunjukkan pada penelitian somaklon padi hasil mutasi radiasi (Lestari, 2005).



Gambar 3. Rata – rata jumlah stomata 7 kultivar *Brassica napus*, pada 8 minggu setelah tanam. Angka yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada $P < 0.01$.

Nguyen *et al.* (1997) menyatakan bahwa mekanisme toleransi pada tanaman sebagai respon terhadap cekaman kekeringan antara lain dengan menurunkan luas daun, memperpendek siklus tumbuh, dan mengoptimalkan peran stomata untuk mencegah hilangnya air melalui daun. Mekanisme toleransi tersebut ditunjukkan pula oleh *B. napus* yang dicobakan

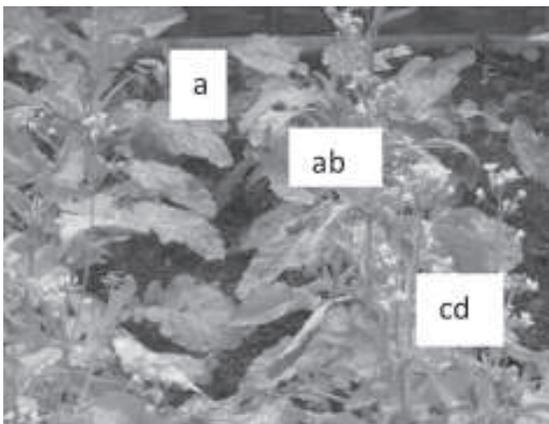
dalam penelitian ini dalam bentuk variasi jumlah daun, variasi tinggi tanaman, variasi jumlah stomata dan siklus hidup yang pendek pada tiap kultivar. Daya adaptasi vegetatif yang baik akan mempengaruhi produktivitas polong dan biji yang tinggi.

5) Waktu berbunga dan pembentukan polong

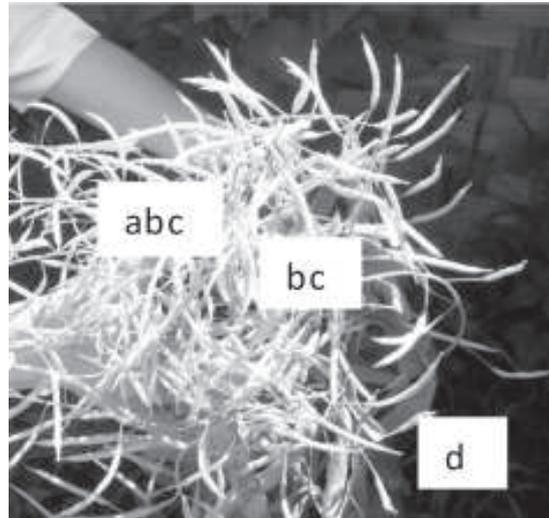
Ketujuh kultivar menunjukkan variasi pada saat berbunga. ‘Stubby’ mulai berbunga 3 MST, sedangkan ‘Tanami’ dan ‘Trigold’ mulai berbunga 4 MST, diikuti oleh ‘Trilogy’ pada 5 MST. ‘Boomer’ mulai berbunga 7 MST, sedangkan ‘Argyle’ berbunga paling lambat, pada 9 MST. Polong mulai terbentuk 5 hari setelah berbunga dan memerlukan waktu 8 minggu untuk pengisian polong dan pematangan.

6) Panen

Polong yang telah mengering dan berwarna coklat segera dipanen. Waktu yang tepat untuk panen adalah pagi hari dan tidak hujan. ‘Tanami’, ‘Trigold’ and ‘Trilogy’ paling cepat matang, pada 15 MST (Gambar 5). Ketiga kultivar tersebut merupakan kultivar matang cepat atau ‘early maturing’ (CBWA, 2006). Kultivar ‘Boomer’ matang terlambat, yaitu 18 MST. ‘Tanami’, ‘Trigold’ dan ‘Trilogy’ memiliki pembentukan polong yang sangat banyak, tapi karena serangan ulat, banyak polong yang kosong atau berbiji ringan akibat dihisap oleh hama ulat. Berat 100 biji ditampilkan pada Tabel 3. ‘Boomer’ memiliki berat 100 biji tertinggi (0.32 g), diikuti oleh ‘Tanami’, ‘Trigold’ dan ‘Trilogy’ yang memiliki berat biji yang sama (0.30 g/100 biji) sedangkan ‘Argyle’ dan ‘Stubby’ memiliki berat 100 biji terendah (0.28 g).



Gambar 4. ‘Trigold’, menghasilkan bunga paling cepat, 4 minggu setelah tanam



Gambar 5. ‘Tanami’, 10 minggu setelah tanam, menghasilkan banyak polong.

Tabel 3. Berat 100 biji hasil panen dan kandungan minyak biji *Brassica napus*. Angka yang sama pada satu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada $P < 0.01$.

No	Kultivar biji (g)	Berat 100 minyak (%)	Kandungan
1	‘Tanami’	0.30 ^a	5.98 ^{cd}
2	‘Trigold’	0.30 ^a	11.2 ^a
3	‘Trilogy’	0.30 ^a	7.3 ^{bc}
4	‘Tribune’	0.28 ^a	6 ^{cd}
5	‘Boomer’	0.32 ^a	9.4 ^{ab}
6	‘Argyle’	0.28 ^a	2.6 ^e
7	‘Stubby’	0.28 ^a	3.78 ^{de}

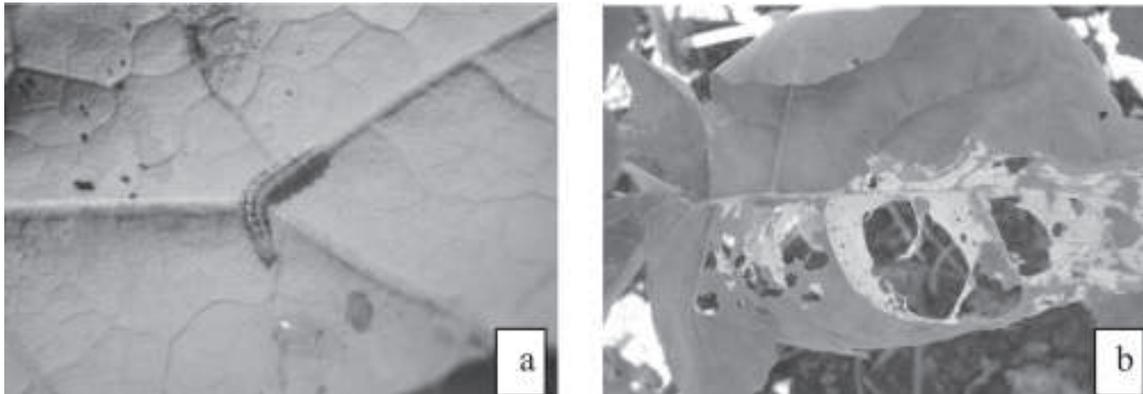
7) Hama dan penyakit

Hama dan penyakit ditemukan pada masa pertanaman. Kerusakan utama disebabkan oleh ulat (*Helicoverpa punctigera*) dan Diamondback moth/DBM (*Plutella xylostella*). Hama yang sama juga merupakan hama utama yang menyerang pertanaman canola di Australia (DAWA, 2006). Larva ulat *Helicoverpa* berwarna coklat dan hijau dengan garis sepanjang badan. Ulat ini dapat tumbuh mencapai 40 mm. Ulat ini umumnya menyerang tanaman pada saat berbunga atau pembentukan polong. Larva DBM berwarna hijau muda, berukuran sekitar 12 mm (DAWA, 2006). DBM memakan daun, kuncup bunga,

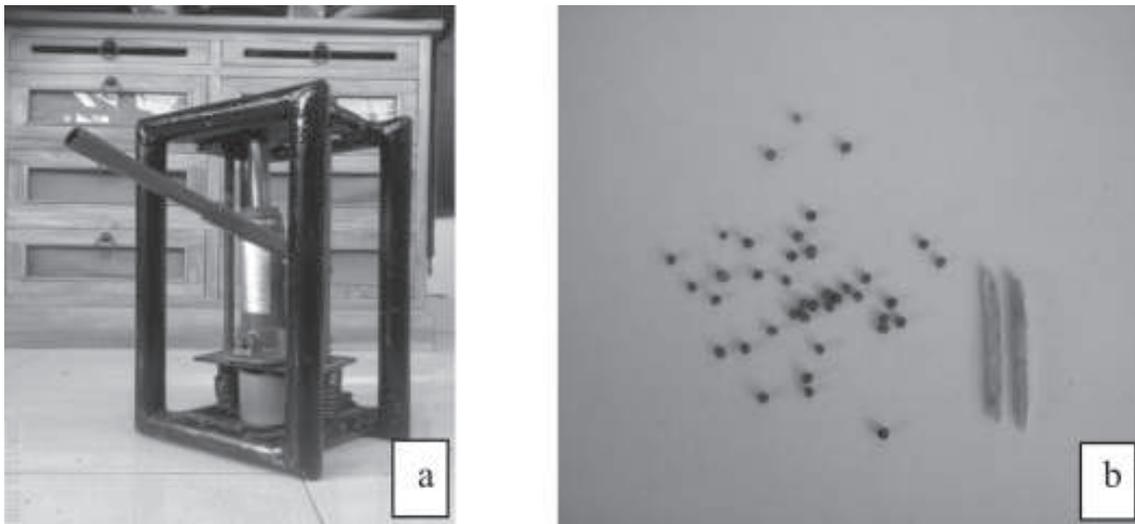
bunga dan biji pada spesies *Brassica*. Pada densitas atau serangan yang tinggi, DBM menyisakan hanya epidermis daun berwarna putih (Gambar 6). Pengendalian hama ulat dilakukan dengan menggunakan insektisida Deltrametrin 25 g/l bahan aktif, 2 ml/liter air dengan interval penyemprotan 2 – 3 hari sekali tergantung tingkat keganasan serangan hama ulat.

3.2. Kandungan minyak

Kandungan minyak dari biji diekstraksi menggunakan teknik ‘cold pressing’. Alat ‘cold pressing’ skala lab digunakan untuk mengekstraksi minyak pada biji (Gambar 7). Satu ton (1,000 kg) kekuatan *press* diberikan pada alat untuk mengekstrak minyak dari biji.



Gambar 6. a. *Diamondback Moth* dan b. Kerusakan oleh *Diamondback Moth*



Gambar 7. a. Alat “Cold pressing” minyak didisain oleh Dr. Anom S. W. b. Biji canola

Tidak banyak penyakit yang terjadi selama masa percobaan lapang. Hanya 2% *B. napus* “Tribune” terinfeksi oleh penyakit ‘blackleg’. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Leptosphaeria maculans*, biasa menyerang pertanaman canola di Australia (DAWA, 2006). Gejala penyakit ini meliputi ‘lesion’ atau *spot* berwarna terang dan daun yang menguning.

Tabel 3 menunjukkan masing – masing kultivar memiliki kandungan minyak yang berbeda, berkisar antara 2.6% (‘Argyle’) sampai 11.2% (‘Trigold’). Minyak yang terekstraksi relatif lebih rendah dibandingkan produksi minyak di Australia, yang berkisar antara 30 – 35% (DAWA, 2006) dan di Iran (47 – 50%) (Sinaki *et al.*, 2007). Hal ini kemungkinan

besar disebabkan oleh serangan hama ulat yang relatif tinggi pada saat percobaan, sehingga mengakibatkan banyak polong kosong atau biji ringan, yang berakibat pada rendahnya kadar minyak. Rendahnya kandungan minyak mungkin juga disebabkan karena kondisi lingkungan lahan kering, dimana suplai air relatif terbatas pada saat pengisian polong, yang mengakibatkan pengisian biji tidak maksimal, seperti dilaporkan oleh Sinaki *et al.* (2007) pada percobaan canola pada kondisi cekaman air.

Rendahnya kandungan minyak mungkin disebabkan karena kekuatan alat press tidak cukup besar untuk mengekstrak semua minyak pada biji. Kekuatan *press* yang lebih tinggi diperlukan untuk mengekstraksi minyak dari biji. Maksimum kekuatan *press* yang dapat dihasilkan dari alat ini adalah 1.000 kg force.

Secara visual dapat dilihat bahwa benih yang lebih besar dan berwarna lebih gelap cenderung memiliki banyak minyak dibandingkan benih yang lebih kecil atau yang berwarna kecoklatan (Gambar 8).

4. Simpulan dan Saran

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semua kultivar *B. napus* yang diujicobakan memiliki adaptasi yang baik di daerah tropis dan lebih spesifik

lagi di daerah lahan kering, karenanya *B. napus* dapat menjadi alternatif sumber biodiesel di Indonesia. Seluruh kultivar *B. napus* yang diujicoba mampu menyelesaikan siklus hidupnya dalam jangka waktu 6 bulan, berbunga dan menghasilkan biji. Kultivar *B. napus* yang dicoba memiliki variasi morfologi dan fisiologi, baik dalam hal pertumbuhan dan produksi. Beberapa hama dan penyakit ditemukan selama percobaan lapang. *Diamondback moth* merupakan hama utama yang menyebabkan kerusakan terbesar pada daun, bunga dan polong. Pembentukan polong sangat baik pada semua kultivar, tapi banyak ditemukan biji kosong akibat serangan hama. Kandungan minyak pada masing – masing kultivar bervariasi dari 2.6 – 11%. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengatasi serangan hama *Diamondback moth* dan usaha meningkatkan produksi biji dan kandungan minyak tiap kultivar.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada BIOTROP yang telah mendanai penelitian ini. Terimakasih juga disampaikan kepada Kepala Desa Jungutan untuk ijin penggunaan lahan percobaan, serta Ibu Eniek Kriswiyanti atas saran dan bantuannya selama penelitian berlangsung.

Daftar Pustaka

CBWA 2006 – leaflet ‘Trilogy’, ‘Trigold’, ‘Tanami’

Cheema, M.A., A.M. Malik and S.M.A. Basra. 2001. Comparative growth and yield performance of different *Brassica* varieties. *International Journal of Agriculture and Biology*, 3(1), 135-137.

DAWA. 2006. *Oilseeds WA, Growing Western Canola an overview of canola production in Western Australia*. Department of Agriculture Western Australia.

Hartmann, H. T., D. E. Kester, F. T. Davies and R. Geneve. 2012. *Plant Propagation, Principles and Practices*. 8th Edition. Pearson Education Inc. New Jersey. USA.

Harvey, S.G. and C.E. Sams. 2004. *Brassica biofumigation increases marketable tomato yield*. Department of Plant Sciences and Landscape systems, Knoxville, University of Tennessee, Knoxville.

Kimber, D.S. and D.I. McGregor. 1995. *The Species and Their Origin, Cultivation and World Production*. Brassica Oilseeds, production and utilization. CAB International.

Kompas, 25 June 2005. Mentan: Saatnya mengembangkan energi biodiesel.

Kompas, 4 July 2006. Pemerintah berencana membangun 11 pabrik biodiesel tahun ini. Langkah tersebut merupakan bagian upaya jangka pendek untuk meningkatkan pasokan bahan bakar alternatif tersebut.

Lestari, E. G. 2005. Hubungan Antara Kerapatan Stomata Dengan Ketahanan Kekeringan Pada Somaklon Padi Gajahmungkur, Towuti dan IR 64. *Biodiversitas*, 7(1), 44-48.

- Miller, R. F. and L.M. Shultz. 1987. Water relation and leaf morphology of *Juniperus occidentalis* in the Northern Great basin. *Forest Science*, 33, 690-706
- Nguyen, H.T., R.C. Babu and A. Blum. 1997. Breeding for Drought Resistance in Rice Physiology and Molecular Genetic Considerative. *Crop Science*, 37, 1426-1434.
- Noble, R. R. P and C. E. Sams. 2004. *Biofumigation as an alternative to methyl bromide for control of white grub larvae*. Department of Plant and Soil Science, University of Tennessee, Knoxville.
- Rakow, G. and A. Getinet. 1998. "Brassica carinata an oil seed crop for Canada". *Acta Horticulturae*, 459, 419–426
- Riley, W. W. 2004. *The Canadian Biodiesel Industry: An Analysis of Potential Feedstocks*. Biodiesel Association of Canada.
- Sinaki, J.F., E. M. Eravan, A.H.S. Rad, G. Noormohammadi and G. Zarei. 2007. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 2(4), 417-422.
- Spence, R. D., H. Wu, P. J. H. Sharpe and K. G. Clark. 1986. Water stress effects on guard cell anatomy and the mechanical advantage of the epidermal cells. *Plant, Cell and Environment*, 9, 197–202.